

MANUFACTURING METHOD OF CORELESS ARMATURE COIL

~~AND BRUSHLESS CORELESS MOTOR USING SAID COIL~~

[Koaresu amachua koiru no seizo hoho oyobi gai koiru wo  
mochiita burashiresu koaresu mota]

Teruomi Nakaya et al.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
Washington, D.C. June 1999

PUBLICATION COUNTRY	(19): JP
DOCUMENT NUMBER	(11): 04058747
DOCUMENT KIND	(12): A (13):
PUBLICATION DATE	(43): 19920225
PUBLICATION DATE	(45):
APPLICATION NUMBER	(21): 02168572
APPLICATION DATE	(22): 19900628
ADDITION TO	(61):
INTERNATIONAL CLASSIFICATION	(51): H02K 15/04; 3/04; 3/28; 29/00
<del>DOMESTIC CLASSIFICATION</del>	(52):
PRIORITY COUNTRY	(33):
PRIORITY NUMBER	(31):
PRIORITY DATE	(32):
INVENTOR	(72): NAKAYA, TERUOMI; OKAMOTO, OSAMU; SUZUKI, SEIZO; KUWANO, NAOAKI; TAKESHITA, YASUHIRO; TANIGUCHI, YASUAKI; IBA, TAKAJI; HARA, HIROMITSU; HAMADA, MAKOTO
APPLICANT	(71): DIRECTOR, NATIONAL AEROSPACE LABORATORY, SCIENCE AND TECHNOLOGY AGENCY; KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.; FUJIKOSHI K.K.
TITLE	(54): MANUFACTURING METHOD OF CORELESS ARMATURE COIL AND BRUSHLESS CORELESS MOTOR USING SAID COIL
FOREIGN TITLE	[54A]: KOARESU AMACHUA KOIRU NO SEIZO HOHO OYOBI GAI KOIRU WO MOCHIITA BURASHIRESU KOARESU MOTA

## 1. Title of the Invention

Manufacturing method of coreless armature coil and brushless coreless motor using said coil

## 2. Claims

1) A manufacturing method of a coreless armature coil, comprised of forming a flat coreless frame-like coil having a gap in the center, ~~shaping the coreless frame-like coil into a bracket shape by curving the~~ same and bending the upper side and lower side in the same direction, and sequentially affixing the coil to a coil fixing ring made of a magnetic body such that the parallel-running vertical side of the coil faces the inner perimeter or outer perimeter of the coil fixing ring to form a coreless armature coil.

2) A manufacturing method of a coreless armature coil as defined in Claim 1, wherein said coreless frame-like coil is shaped into two or more kinds of coils of bracket shapes with slightly different heights, the two or more kinds of coils are placed shifting the phase with respect to each other such that one vertical side of one coil is positioned respectively in the gap of another coil, and they are sequentially affixed to the coil fixing ring.

3) A brushless coreless motor, comprising a coreless armature coil with polyphase pairs of flat coreless four-sided frame-like coils affixed in multipole placement to a ring-shaped frame, and a ring-shaped

---

\*Numbers in the margin indicate pagination in the foreign text.

fixing element with a multipole permanent magnet placed opposite the vertical side of the coreless armature coil, and having a penetration space in the center.

4) A brushless coreless motor as defined in Claim 2, wherein said coreless armature coil is shaped into a bracket shape by bending into substantially right angles the opposing upper side and lower side of the coreless four-sided frame-like coil having a gap in the center, and is sequentially affixed to a coil fixing ring made of a magnetic body with the parallel-running vertical side facing the inner perimeter or outer perimeter of the coil fixing ring.

---

5) A brushless coreless motor as defined in Claim 3, wherein said coreless armature coil comprises a plurality of kinds of coils shaped into bracket shapes with slightly different heights, and the plurality of kinds of coils is sequentially affixed to the coil fixing ring shifting the phase such that one vertical side of one coil is positioned in the gap of another coil.

/2

6) A brushless coreless motor as defined in Claim 3, 4, or 5, wherein said coreless four-sided frame-like coil is a sheet coil being a wirewound coil.

7) A brushless coreless motor as defined in Claim 3, 4, or 5, wherein said coreless four-sided frame-like coil is a sheet coil.

8) A brushless coreless motor as defined in any of Claims 3 through 6, wherein said rotating element [sic; not mentioned above] is supported so as to rotate freely by way of a bearing on the inner perimeter or outer perimeter of the ring-shaped frame of said fixing element, an encoder for rotation position control of the rotating element is

provided between said ring-shaped frame and said rotating element, and a controlled member (driven member) can be established to penetrate the penetration space in the middle.

9) A brushless motor as defined in any of Claims 3 through 8, wherein said brushless coreless motor is a DC brushless coreless motor.

### 3. Detailed Explanation of the Invention

#### (Industrial Field of Application)

The present invention relates to a brushless coreless motor constituted by a coreless armature coil and a multipole permanent magnet and having a penetration gap in the center, and a manufacturing method of the coreless armature coil thereof.

#### (Prior Art)

From the past, as brushless coreless motors, there have been known those of axial air gap type, and there are many kinds in the constitution thereof, but they can be largely classified from the viewpoint of the shape of the electric motor coil into flat shutter-shaped coils and flat spiral sheet coils. In the structures of two-phase multipole axial flux-type brushless coreless motors of the past, a flat shutter-shaped wirewound electric motor coil is provided in the perimeter of a shaft coupling part on a base plate, a comma-shaped rotor affixed with a permanent magnet is supported on a shaft, holding between a donut-shaped FG coil, Hall element, and rotational output is extracted by the shaft. Also, the electric motor coil is constituted by overlaying two phases or three phases of coils (A-phase coil, B-phase coil, C-phase coil) shifting the phase with respect to each other and sequentially

placing these on the perimeter. In the past, there have been known those having added improvements to the shapes of the coils such as by making the curved part on the wider side of the shutter-shaped coil thicker than the other part in order to increase the efficiency of this kind of flat shutter-shaped wirewound coil (for example, publication of Japanese Laid-Open Patent No. 61-195739).

Also, the structures of sheet coil-type brushless coreless motors are basically the same as axial flux-type motors, but etching schemes are used in place of wound wire.

~~Of radial air gap-type brushless motors, there are generally known~~  
those with the armature coil having a core. In radial air gap-type brushless DC motors, in the case with a slot, the armature coil is held in the slot part of a laminate core, and in the slotless case, a stator is constituted by holding a ring-shaped core inside a bobbin made of resin and fixing by adhering the coil to the outer perimeter of the bobbin, and a rotor is constituted by placing a permanent magnet on a cup-shaped rotor yoke so as to surround the stator.

(Problems that the Invention is to Solve)

Because the flat-shaped coils of the flat-type brushless coreless motors of the past have electric motor coils formed by overlaying two phases or three phases as pairs on the axis of rotation, between the lower A-phase coil and the upper B-phase coil, there respectively arises a difference in distance from the permanent magnet (rotor) on the side of the rotating element, and in order to make the operating force of the A-phase and B-phase coils equal, respectively different power control, and the like, was required. Also, because the operating force according

to the difference in distance is inversely proportional to about the square of the distance, there arise limitations in thickness. Furthermore, because the shapes of the coil and the permanent magnet are shutter-shaped and the [distance] between the poles (N-S) becomes as short as the inside, there is a flaw that the operating force becomes smaller.

Also, with radial air gap systems, the winding of the wire of the armature coil is complex, the method of that winding of the wire is difficult to automate, and dependence on manual work is the present state, so there are problems such as the manufacturing efficiency being poor.

Furthermore, because the brushless motors of the past generally are provided with a rotating shaft in the position of the center of the axis of rotation, there are problems that it is not possible to provide a large penetration space in the center of the axis of rotation, its output schemes are limited, and their uses are limited. /3

The present invention was conceived in order to solve the abovementioned problems of the brushless motors of the past, and it aims to provide a brushless coreless motor and a manufacturing method of the armature coil of that motor in which a coil can be obtained with equal operating force of each phase of coil, there is little torque ripple, the control is simple, furthermore the assembly of the armature coil is simple, moreover it is possible to form a large penetration space in the center, and diversification of output modes can be designed.

(Means of Solving the Problems)

In order to solve the abovementioned problems, the present

invention manufactures a coreless armature coil by forming a coreless frame-like coil having a gap in the center, shaping the coreless frame-like coil into a bracket shape by curving the same and bending the upper side and lower side in the same direction, and sequentially affixing the coil to a coil fixing ring made of a magnetic body such that the parallel-running vertical side of the coil faces the inner perimeter or outer perimeter of the coil fixing ring to form a coreless armature coil. At that time, said coreless frame-like coil is shaped into two or more kinds of coils of bracket shapes with slightly different heights, ~~the two or more kinds of coils are placed shifting the phase with~~ respect to each other such that one vertical side of one coil is positioned respectively in the gap of another coil, and they are sequentially affixed to the coil fixing ring, whereby there is obtained a coreless armature coil in which each phase of coil is placed uniformly and tightly on the same perimeter face.

Also, the brushless coreless motor of the present invention comprises a coreless armature coil obtained as noted above, and a ring-shaped rotating element with a multipole permanent magnet placed opposite the vertical side of the coreless armature coil, and constituted so as to have a penetration space in the center.

Said rotating element is supported so as to rotate freely by way of a bearing on the inner perimeter or outer perimeter of the ring-shaped frame of said fixing element, an encoder for rotation position control of the rotating element is provided between said ring-shaped frame and said rotating element, and a controlled member (driven member) can be established to penetrate the penetration space in the middle.



Also, said coreless rectangular frame-shaped coil can be either a wirewound or a sheet coil.

(Operation)

Because operating force is not generated in the upper side and lower side of the frame-like coil because the magnetic flux is parallel, the height-wise direction of the armature coil can be made lower without decreasing the operating force by shaping the coil into a bracket shape and affixing the upper side and lower side up-and-down in the gap part to the fixing ring. Also, because the coil is placed only on the side of the rotating element, it can be made thinner. Because each phase of coil of the armature coil does not cause a difference in distance with respect to the permanent magnet of the rotating element, coils where the operating force of each coil is equal can be obtained, the torque ripple is small, and the control is simplified.

Also, because each unit coil of the armature coil can be shaped independently of each other, and because they are a simple bracket shape, they can be easily shaped automatically. Moreover, because affixing to the fixing ring is simple, the manufacture of the armature coil is simplified and automation is easy, and the process can be greatly shortened compared with manufacturing armature coils of the past with coil wire wound in complex fashion to a core. Also, because automation is possible, there is no deviation of coil shape, and armature coils of uniform shape can be obtained.

Because the center of the motor is a penetration space, a controlled member can be established penetrating that penetration space. Accordingly, the range of uses can be expanded, such as can be used as

shown in Figure 3, compared with motors of the past where the controlled members can be connected only to the end of the output shaft, directly or by way of a relay member.

(Working Examples)

Below, working examples of the present invention are explained in detail based on drawings.

Figure 1 shows the procedures for shaping and assembling a coreless armature coil of a brushless coreless two-phase motor pertaining to the present invention.

First, as shown in (a) of the same figure, flat rectangular coil 1, having a rectangular gap part 2 in the middle where the height  $H$  is slightly greater than the height  $h$  of a fixing ring to be described later (about two times the coil thickness  $t$ ) and the width  $W$  is about equal to the width  $w$  of the wound wire (width of the vertical side), /4 is obtained by winding wire, adhering, and shaping by well-known means. Next, that coil 1 is curved so as to follow the inner perimeter of fixing ring 4 made of a magnetic body (b). Next, that coil is shaped into a bracket shape by bending the upper and lower sides in the same direction such that the inner height  $h_1$  of the bend becomes substantially equal to the height  $h$  of the fixing ring, whereby A-phase coil 3a is obtained (same figure (c)), and [the sides] are shaped into a bracket shape such that the inner height of the bend becomes  $h_2 = h + 2t = H$ , whereby B-phase coil 3b is obtained. A-phase coil 3a obtained in this manner is affixed to the inner perimeter of fixing ring 4 in a manner such that the upper and lower edges of the fixing ring are embraced by the bent upper and lower sides of the coil, and next B-phase coil is

affixed by shifting the phase such that the vertical side on one side is inserted into the gap part 2 of the A-phase coil. Doing similarly, with combinations of A-phase coils and B-phase coils, they are sequentially affixed to the fixing ring. By such means, a ring-shaped coreless armature coil with the vertical sides of A-phase coils and B-phase coils placed inside the same perimeter is obtained. Because the A-phase coils and B-phase coils of that armature coil do not cause a difference in distance with respect to the permanent magnet of the rotating element, coreless armature coil 5 having equal operating force of A-phase and B-phase coils is obtained.

---

The brushless coreless motor of the present working example having used an armature coil obtained in this manner is shown in Figure 2.

In the drawing, 6 is a base plate, and 7 is a cylindrical frame. Fixing ring 4 of coreless armature coil 5 obtained in said working example is affixed to the inner perimeter of that cylindrical frame by a suitable means such as screw 8. 10 is a hollow cylindrical rotating element, and multipole permanent magnet 11 is placed on the outer perimeter facing the vertical side of said coreless armature coil. 12 is a shaft coupler for supporting the cylindrical rotor to rotate freely on the cylindrical frame. 13 is an output shaft plate fixed to the top of that cylindrical rotor, and it relays the rotation of the rotating element to a driven body (or controlled body). In the present working example, it is a ring-shaped disk, but any suitable object can be used according to the shape of the driven body.

14 is a Hall element that detects the rotational position of the rotor, passes electricity to a specified armature, and performs

switching of phase, and it is affixed to the inner perimeter of the fixing ring. 15 is an encoder that detects the rotational position to perform rotational position control, and it consists of pulse disk 16 affixed to rotating element 10 and detection element 17 affixed to the base plate.

Figure 3 shows one use example of a brushless coreless motor constituted in the above manner.

This use example constitutes an ultra-precision positioning apparatus having combined three of the abovementioned coreless brushless motors. ~~The base plate of second-stage motor 22 is fixed eccentrically~~

on output plate 21 fixed to the upper end of the rotating element of first-stage motor 20, and in the same manner, third-stage motor 24 is fixed in a decentered position on output plate 23 of second-stage motor 22. When only first-stage motor 20 is driven in the position constituted in this manner, the second-stage and third-stage motors as a total motor rotate eccentrically around the first-stage motor with the amount of eccentricity respective of the first-stage motor as the radius of rotation. Similarly, when only the second-stage motor is rotated, the third-stage motor rotates with the amount of eccentricity respective of the second-stage motor as the radius of rotation. Accordingly, when the second-stage motor is affixed to a position decentered by distance  $L_1$  with respect to the first-stage motor, and similarly when the third-stage motor is affixed being decentered by distance  $L_2$  with respect to the second-stage motor, by rotating the first-stage motor and the second-stage motor independently, the eccentricity of the third-stage motor can be moved freely within a circle with  $L_1 + L_2$  as the radius.

Accordingly, if the third-stage motor is affixed to a positioned body on the output plate and the first-stage and second-stage motors are driven, the positioned body can be translated within a two-dimensional surface just by the combination of their rotations, and ultra-precise positioning within the plane can be taken. Also, because positioning of the rotational direction of the positioned body is possible by rotating the third stage, an ultra-precision positioning apparatus can be obtained on three axes (X-Y- $\theta$ ) of the positioned body by the combination of the rotations of the three motors.

~~Figure 4 is another working example of a brushless coreless motor~~ /5  
of the present invention, and it is a working example of an externally installed rotor-type.

In the working example, coreless armature coil 33 is constituted by affixing A-phase coil 31 and B-phase coil 32 obtained by processing as shown in Figure 1 (however, in the present working example, the direction of curving is opposite that in the case of Figure 1) to the outer perimeter of coil fixing ring 30, and a fixing element is formed by fixing that coil to the outer perimeter of cylindrical body 35 fixed to base plate 34. Also, rotating element 36 is constituted by affixing multipole permanent magnet 39 to said coreless armature coil 33 on the inner perimeter of cylindrical yoke 38 affixed to rotate freely by way of bearing 37 on top of said cylindrical body 35. In the drawing, 40 is a pulse disk, 41 is a pulse detector, and the two constitute an encoder. Also, 42 is a Hall element. The operating effect of the motor of the above constitution is identical to the aforementioned motor shown in Figure 2, except for the point that the rotor is externally installed.

Figure 5 is another working example of an armature coil. In the present working example, flat parallel four-sided modified-form coil 44 formed such that the vertical side of the coil slopes at an angle  $\gamma$  from the perpendicular to the bottom side is shaped in the same manner as the aforementioned working example to obtain A-phase coil 45a and B-phase coil 45b. Also, a vertical piece is affixed in a sloping manner to fixing ring 46 as illustrated. In this manner, by providing a slope to the coreless armature coil and combining it with the permanent magnet of the rotating element provided vertically, ripples can be made smaller.

~~The manufacturing method of the coreless armature coil of the~~  
present invention and one working example of a brushless coreless motor were shown, but the present invention is not limited to the case of two-phase type as in the above working example, it can be applied also to those of three-phase type and above, furthermore it goes without saying that many kinds of design modifications are possible within the range of the technical thinking thereof.

(Effects)

The present invention is constituted as above, and it offers exceptional effects such as the following compared with the prior art.

(1) Each unit coil of the armature coil can be constituted independently of each other, and because they are a simple bracket shape, they can be shaped easily. Moreover, because affixing to the fixing ring is simple, automation of the manufacture of the armature coil is easy to simplify, and the process can be greatly shortened compared with manufacturing methods of the past. Also, because automatic winding, shaping, and affixing by machine is possible, armature coils of

uniform shape can be obtained.

(2) Because the coil is shaped in a bracket shape and the upper side and lower side of the coil which do not generate operating force are affixed to a fixing ring, the height-wise direction of the armature coil can be made lower without decreasing the operating force. Also, because the coil is placed only on the side of the rotating element, it can be made thinner.

(3) Because each phase of coil of the armature coil does not cause a difference in distance with respect to the permanent magnet of the rotating element, ~~coils where the operating force of each coil is equal~~ can be obtained, and the torque ripple is small. Moreover, because there is no deviation in shape of the coils, the air gap with the rotor can be made smaller, a higher torque can be achieved compared with the brushless motors of the past, and the control is also simple.

(4) Because the rotating element is ring-shaped and the center part serves as a penetration space, a controlled member can be established penetrating that penetration space. Accordingly, the range of uses can be expanded compared with motors of the past where the controlled members can be connected only to the end of the output shaft, directly or by way of a relay member.

#### 4. Brief Explanation of the Figures

The figures show working examples of the present invention. Figure 1 is a diagram of the manufacturing process of a coreless armature coil, Figure 2 is a frontal sectional view of a brushless coreless motor, Figure 3 is a side view of a triaxial ultra-precision positioning

apparatus being one example thereof, Figure 4 is a frontal sectional view of another working example of a brushless coreless motor, and Figure 5 is a diagram of the manufacturing process of another working example of a coreless armature coil.

1: flat rectangular coil, 2: gap part, 3a: A-phase coil, 3b: B-phase coil, 4,30,46: fixing ring, 5,33: coreless armature coil, 6,34: base plate, 7: cylindrical frame, 10,36: rotating element, 11,39: permanent magnet, 12,37: bearing [sic; 12 is the shaft coupler], 14,42: Hall element, 15: encoder, 20,22,24: brushless coreless motor

---



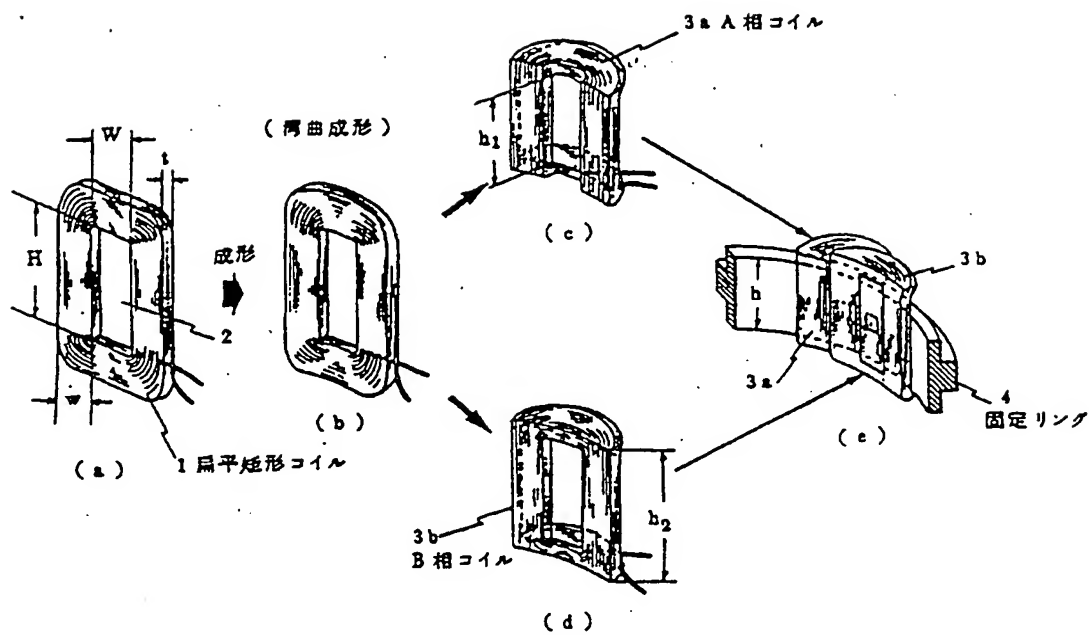


Figure 1

- (a)  
1: flat rectangular coil  
[above 2:] shaping
- (b)  
(curve shaping)
- (c)  
3a: A-phase coil
- (d)  
3b: B-phase coil
- (e)  
4: fixing ring

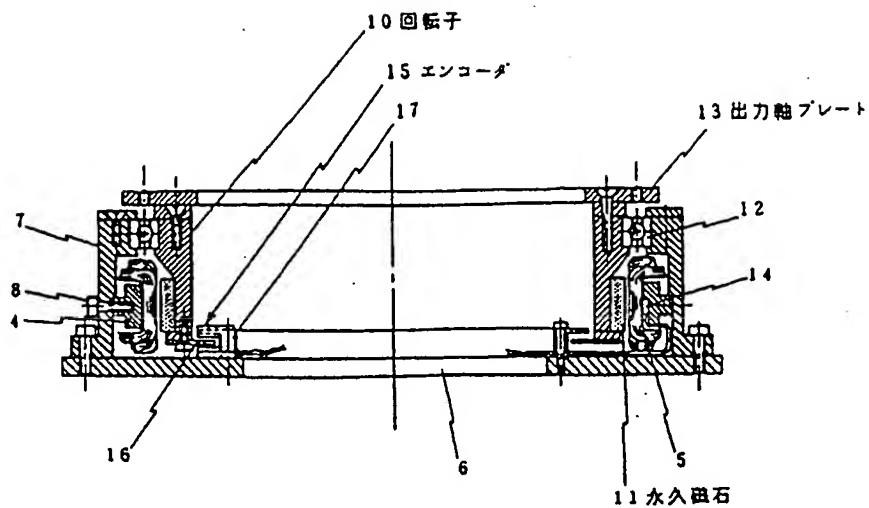


Figure 2

- 10: rotating element
- 11: permanent magnet
- 13: output shaft plate
- 15: encoder

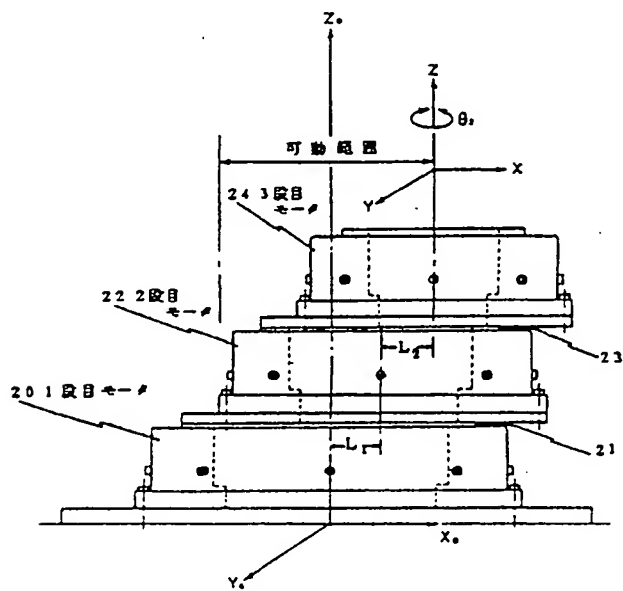


Figure 3

- 20: first stage motor
- 22: second stage motor
- 24: third stage motor
- [above 24:] movable range

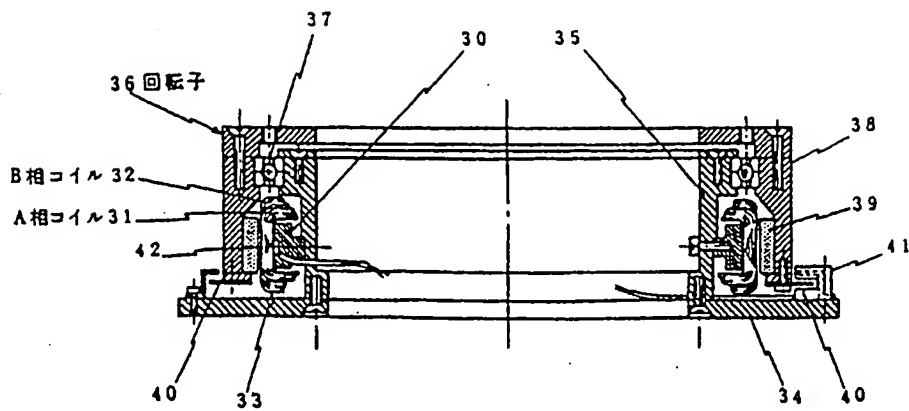


Figure 4  
 31: A-phase coil  
 32: B-phase coil  
 36: rotating element

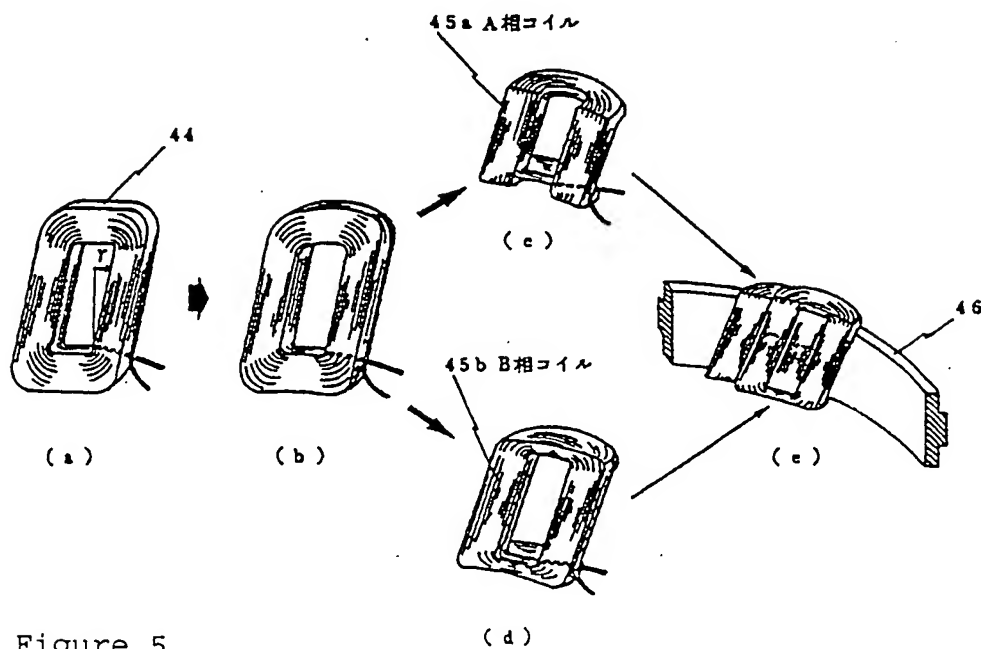


Figure 5  
 (c)  
 45a A-phase coil  
 (d)  
 45b B-phase coil

## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-58747

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>H 02 K 15/04  
3/04  
3/28

識別記号

C  
Z  
J

庁内整理番号

8325-5H  
7154-5H  
7154-5H※

⑭ 公開 平成4年(1992)2月25日

審査請求 未請求 請求項の数 9 (全8頁)

⑮ 発明の名称 コアレスアマチュアコイルの製造方法及び該コイルを用いたブラシレス・コアレスモータ

⑯ 特 願 平2-168572

⑰ 出 願 平2(1990)6月28日

⑱ 発 明 者 中 谷 輝 臣 東京都町田市本町田2379 木曾住宅ホー6-212  
 ⑱ 発 明 者 岡 本 修 東京都東大和市上北台2-880 上北台住宅5-301  
 ⑱ 発 明 者 鈴 木 誠 三 東京都三鷹市新川3-8-4  
 ⑲ 出 願 人 科学技術庁航空宇宙技 東京都調布市深大寺東町7丁目44番地1  
 術研究所長

⑲ 出 願 人 川崎重工業株式会社 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号  
 ⑲ 出 願 人 株式会社不二越 富山県富山市石金20番地  
 ⑳ 代 理 人 弁理士 佐藤 文男 外2名

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

コアレスアマチュアコイルの製造方法及び該コイルを用いたブラシレス・コアレスモータ

## 2. 特許請求の範囲

1) 中央部に空隙部を有する扁平なコアレス枠状コイルを形成し、該コアレス枠状コイルを彎曲させると共に上辺部及び下辺部を同方向に折曲してコ字状に成形し、該コイルの平行する縦辺が磁性体からなるコイル固定リングの内周面又は外周面に面するように、該コイルをコイル固定リングに順次取り付け、コアレスアマチュアコイルを形成することを特徴とするコアレスアマチュアコイルの製造方法。

2) 前記コアレス枠状コイルは高さが僅かに相違するコ字状の2種類以上のコイルに成形され、一方のコイルの空隙部にそれぞれ他方のコイルの一縦辺部が位置するように、2種類以上のコイルを対として位相をずらして配置し、順次コイル固定リングに取り付けてなる請求項1記載のコアレ

スアマチュアコイルの製造方法。

3) 扁平でコアレス4辺形枠状の多相一對のコイルをリング状フレームに多極配置固定したコアレスアマチュアコイルと、該コアレスアマチュアコイルの縦辺と対面して多極永久磁石を配置したリング状の固定子とで構成され、中央部に貫通空間を有するブラシレス・コアレスモータ。

4) 前記コアレスアマチュアコイルが、中央部に空隙部を有するコアレス4辺形枠状コイルの対向する上辺部と下辺部をほぼ直角に折曲してコ字状に成形され、該コイルの平行する縦辺が磁性体からなるコイル固定リングの内周面又は外周面に面してコイル固定リングに順次取り付けられて構成されている請求項2記載のブラシレス・コアレスモータ。

5) 前記コアレスアマチュアコイルが、高さが僅かに相違するコ字状に成形した複数種類のコイルからなり、一方のコイルの空隙部に他方のコイルの一縦辺部が位置するように、複数種類のコイルを位相をずらして順次コイル固定リングに取り

付けてなる請求項3記載のブラシレス・コアレスモータ。

6) 前記コアレス4辺形棒状コイルが巻線コイルであるシートコイルである請求項3、4又は5記載のブラシレス・コアレスモータ。

7) 前記コアレス4辺形棒状コイルがシートコイルである請求項3、4又は5記載のブラシレス・コアレスモータ。

8) 前記回転子は、前記固定子のリング状フレームの内周面又は外周面にベアリングを介して回転自在に支持され、前記リング状フレームと前記回転子間に回転子の回転位置制御用のエンコーダが設けられていて、中央部の貫通空間に被制御部材(被駆動部材)が貫通設置できるようになっていることを特徴とする請求項3乃至6何れか記載のブラシレス・コアレスモータ。

9) 前記ブラシレス・コアレスモータがDCブラシレス・コアレスモータである請求項3乃至8何れか記載のブラシレスモータ。

### 3. 発明の詳細な説明

いる。従来この種の扇形コイルの効率を高めるために、扇形コイルの広拡曲線部分を他の部分よりも厚くする等コイルの形状に改良を加したものも知られている(例えば、実開昭61-195739号公報)。

また、シートコイル型ブラシレス・コアレスモータの構造は、アキシャルフラックス型モータと基本的には同じで、巻線の代りにエッチング方式を採用している。

ラジアルエアギャップ形のブラシレスモータは、一般にアマチュアコイルがコアを有しているものが知られている。ラジアルエアギャップ形のブラシレスDCモータでは、スロット付きの場合は積層コアのスロット部にアマチュアコイルを納め、スロットレスの場合は樹脂で作られたポビン内部にリング状のコアを納めてポビン外周にコイルを接着などで固定してステータを構成し、該ステータを囲むようにしてカップ状のロータヨークに永久磁石を配置してロータを構成している。

(発明が解決しようとする問題点)

(産業上の利用分野)

本発明は、コアレスアマチュアコイルと多極永久磁石とで構成され、中央部に貫通空間を有するブラシレス・コアレスモータ及びそのコアレスアマチュアコイルの製造方法に関する。

(従来の技術)

従来、ブラシレス・コアレスモータとしては、アキシャルエアギャップ形のものが知られており、その構成等には種々のものがあるが、電機子コイルの形状から見れば扇形巻線コイル、平面渦巻シートコイル等に大別できる。従来の2相多極アキシャルフラックス形ブラシレス・コアレスモータの構造は、ベースプレート上に、軸受部の周囲に扇形巻線の電機子コイルを設け、ドーナツ型のFGコイル、ホニル素子をはさんで、永久磁石を取り付けたコマ型のロータを軸支し、シャフトにて回転出力を取り出している。そして、電機子コイルは2相又は3相のコイル(A相コイル、B相コイル、C相コイル)を位相ずらして重ねて一対とし、それを順次円周上に配置して構成して

従来の扇形型ブラシレス・コアレスモータの扇形コイルは、2相又は3相を対とし、回転軸上に重畳<sup>1</sup>電機子コイルを形成しているため、下側のA相コイルと上側のB相コイルとでは回転子側の永久磁石(ロータ)との間に、それぞれ距離差を生じ、A相、B相コイルの作用力を均等にするにはそれぞれ異なるパワー制御等が必要である。また、距離差による作用力は距離の約2乗に反比例するためコイルの厚みに制限が生じる。さらに、コイル及び永久磁石の形状が扇形であり、内側ほど極間(N-S)が短くなるため作用力が小さくなる欠点がある。

また、ラジアルエアギャップ方式では、アマチュアコイルの巻線が複雑であり、その巻線方法は自動化する事が困難であり、手作業に頼っているのが現状であり、そのため、製造効率が悪い等の問題点がある。

さらに、従来のブラシレスモータは、一般に回転軸心位置に回転軸を設けてあるので、回転軸心の中央部に大きな貫通空間を設けることができず、

その出力方式が制限され、その用途に制限を受ける等の問題点がある。

本発明は、上記従来のブラシレスモータの問題点を解決するために創案されたものであって、各相コイルの作用力が均等なコイルが得られてトルクリップルが小さく、制御が簡単、且つアマチュアコイルの組立が簡単で、しかも中央部に大きな貫通空間を形成することができて、出力形態の多様化を図ることができるブラシレス・コアレスモータ、及び該モータのアマチュアコイルの製造方法を提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

上記問題点を解決するための本発明は、中央部に空隙部を有するコアレス枠状コイルを形成し、該コアレス枠状コイルを彎曲させると共に上辺部及び下辺部を同方向に折曲してコ字状に成形し、該コイルの平行する縦辺が磁性体からなるコイル固定リングの内周面又は外周面に面するように、該コイルをコイル固定リングに順次取り付けてコアレスアマチュアコイルを製造する。その際、前

る。

また、前記コアレス矩形枠状コイルは、巻線またはシートコイル何れでも形成できる。

(作用)

枠状コイルの上辺部と下辺部は、磁束が平行なために作用力は発生しないので、コイルをコ字型に成形して上辺部及び下辺部を固定リング上下空隙部分に取り付けることによって、作用力を低下させることなく、アマチュアコイルの高さ方向を低くすることができる。そして、コイルは回転子側のみに位置するので薄くできる。アマチュアコイルは、各相コイルが回転子の永久磁石に対して距離差が生じないので、各相コイルの作用力が均等なコイルが得られ、トルクリップルが小さく、制御が簡素化される。

そして、アマチュアコイルの各単位コイルは個々に独立して成形することができ、しかもコ字状の単純な形状であるので容易に自動成形ができる。且つ、固定リングへの取り付けも簡単であるので、アマチュアコイルの製造が簡素化されて自動化が

記コアレス枠状コイルを高さが僅かに相違するコ字状の2種類以上のコイルに成形し、一方のコイルの空隙部にそれぞれ他方のコイルの一縦辺部が位置するように、2種類以上のコイルを交互に位相をずらして配置し、それを順次コイル固定リングに取り付けることによって、各相のコイルが同一円周面に均一に密着して配置されたコアレスアマチュアコイルが得られる。

そして、本発明のブラシレス・コアレスモータは、前記のようにして得られたコアレスアマチュアコイルと、該コアレスアマチュアコイルの縦辺と対面して多極永久磁石を配置したリング状の回転子とで構成され、中央部に貫通空間を有する構成となっている。

前記回転子は、前記固定子のリング状フレームの内周面又は外周面にベアリングを介して回転自在に支持され、前記リング状フレームと前記回転子間に回転子の回転位置制御用のエンコーダが設けられていて、中央部の貫通空間に被制御部材(被駆動部材)が貫通設置できるようになってい

容易で、従来のコアにコイル線を複雑に巻き付けてアマチュアコイルを製造するものに比べて大幅に工程が短縮できる。また、自動化できるのでコイル形状にバラツキがなく、均一形状のアマチュアコイルが得られる。

モータの中央部が貫通空間になっているので、該貫通空間に被制御部材を貫通設置できる。従って、出力軸端部にしか被制御部材を直接又は伝動部材を介して接続することができない従来のモータと比べて、例えば第3図に示すように使用できる等、その用途の範囲が拡大する。

(実施例)

以下、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

第1図は、本発明に係るブラシレス・コアレス2相モータのコアレスアマチュアコイル成形及び組立手順を示している。

まず、同図(a)に示すように中央部に高さHが後述する固定リングの高さhよりも僅かに大きく(コイル厚さとの約2倍程度)、幅Wが巻線幅

(縦辺幅)  $w$  とほぼ等しい矩形空隙部 2 を有する扁平矩形コイル 1 を、周知の手段で巻線して接着成形して得る。次いで、該コイル 1 を磁性体からなる固定リング 4 の内周面に沿うように湾曲成形する (b)。次いで該コイルを折曲内面高さ  $h_1$  が固定リングの高さ  $h$  とほぼ等しくなるように上下辺部を同方向に折曲してコ字状に成形して A 相コイル 3 a を得る (同図 (c)) と共に、折曲内面高さ  $h_2 = h + 2t = H$  になるようにコ字状に成形して B 相コイル 3 b を得る。このようにして成形された A 相コイル 3 a を、固定リング 4 の内周面にコイルの折曲した上下辺部で固定リングの上下縁部を抱持するようにして取り付け、次に B 相コイルを一侧の縦辺が A 相コイルの空隙部 2 に嵌まるようにして位相をずらして取り付ける。以下、同様にして A 相コイルと B 相コイルの組合せを単位として、順次固定リングに取り付けていく。それにより、A 相コイルと B 相コイルの縦辺部が同一円周面に位置してリング状のコアレスアマチュアコイルが得られる。該アマチュアコイルは、

できる。

14 はロータの回転位置を検出し所定のアマチュアへの通電を行ない、位相の切り換えを行なうためのホール素子であり、固定リング内周面に取り付けられている。15 は回転位置制御を行なうための回転位置を検出するエンコーダで回転子 10 にパルス円盤 16 を取り付け、ベースプレートに検出素子 17 を取り付けてなる。

第 3 図は、以上のように構成されたされたブラシレス・コアレスモータの一使用例を示す。

この使用例は、上記のコアレス・ブラシレスモータを 3 個組み合わせる超精密位置決め装置を構成している。1 段目のモータ 20 の回転子の下端に固定された出力プレート 21 に、偏心させて 2 段目モータ 22 のベースプレートを固定し、同様に 2 段目モータ 22 の出力プレート 23 の偏心位置に 3 段目モータ 24 を固定してなる。このように構成された装置において、1 段目のモータ 20 のみを駆動すると、2 段目及び 3 段目のモータはモータ全体が 1 段目モータに対する偏心量を回転

A 相コイルと B 相コイルが回転子の永久磁石に対して距離差が生じないので、A 相、B 相コイルの作用力が均等なコアレスアマチュアコイル 5 が得られる。

このようにして得られたアマチュアコイルを採用した本実施例のブラシレス・コアレスモータを第 2 図に示す。

図中、6 がベースプレートであり、7 が円筒フレームである。該円筒フレームの内周面に前記実施例で得られたコアレスアマチュアコイル 5 の固定リング 4 をねじ 8 等適宜の手段で取り付ける。10 は中空円筒状の回転子であり、前記コアレスアマチュアコイルの縦辺部と面する外周部に多極の永久磁石 11 が配置されている。12 は円筒フレームに円筒状のロータを回転自在に支持するための軸受である。13 は該円筒状ロータの上面に固定された出力軸プレートであり、回転子の回転を被駆動体 (若しくは被制御体) に伝達するものであり、本実施例ではリング状の円盤になっているが、被駆動体の形態に応じて適宜のものが採用

半径として 1 段目モータの軸心回りに回転する。同様に 2 段目モータのみを回転すると 3 段目モータが 2 段目モータに対する偏心量を回転半径として回転する。従って、2 段目モータが 1 段目モータに対して距離  $L_1$  だけ偏心した位置に取付けられ、同様に 3 段目モータが 2 段目モータに対して距離  $L_2$  だけ偏心して取り付けられているとすれば、1 段目モータ及び 2 段目モータを独立して回転させることにより、3 段目モータの軸心を  $L_1 + L_2$  を半径とする円内を自由に移動させることができる。従って、3 段目モータの出力プレートに被位置決め体を取付けて、1 段目モータと 2 段目モータを駆動すれば、その回転の組合せのみで、被位置決め体を 2 次元面内を並進移動させることができ、平面内の超精密な位置決めができる。そして、3 段目を回転することによって被位置決め体の回転方向の位置決めもできるので、3 つのモータの回転の組合せにより被位置決め体を 3 軸 ( $X-Y-\theta$ ) に位置決めできる超精密位置決め装置が得られる。

7: 円筒フレーム 10、36: 回転子  
 11、39: 永久磁石 12、37: ベアリング  
 ング 14、42: ホール素子 15: エンコーダ  
 20、22、24: ブラシレス・コアレスモータ

特許出願人 科学技術庁航空宇宙技術研究所長

竹内和之

(他2名)

出願人代理人

弁理士 佐藤文男

(他2名)

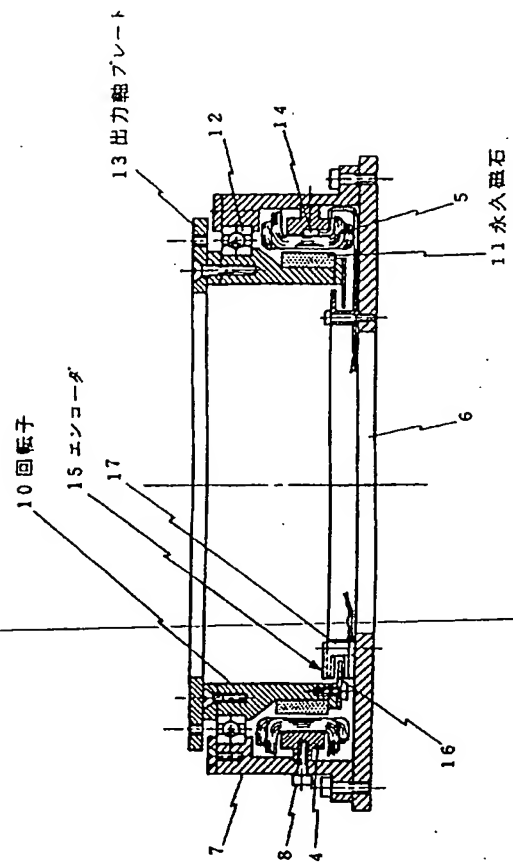
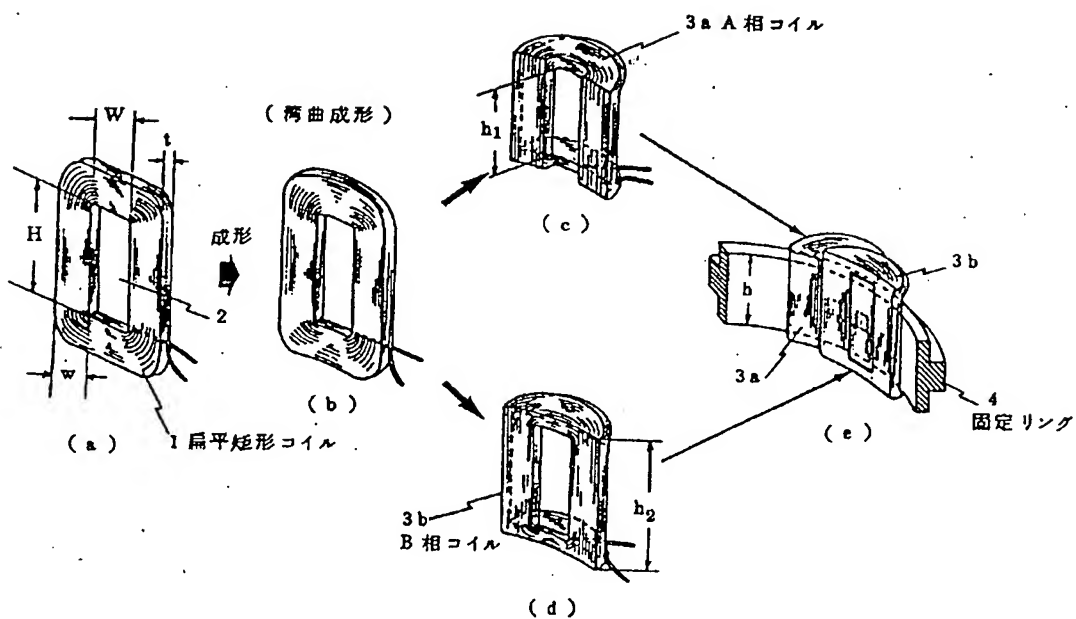
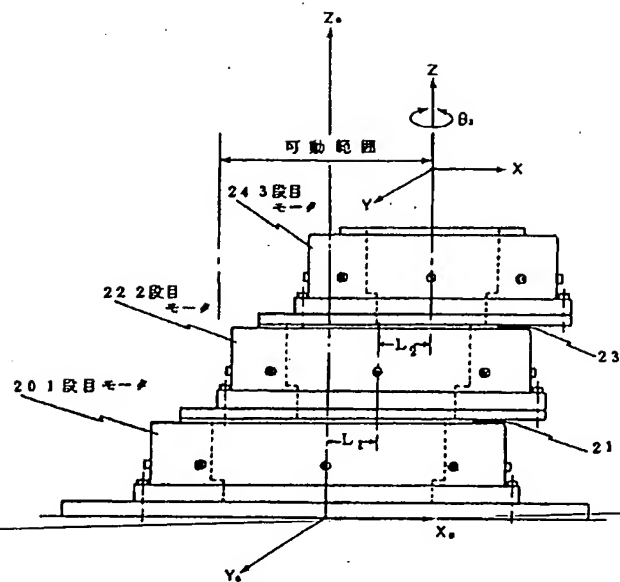


図 2

第 1 図







第 3 図

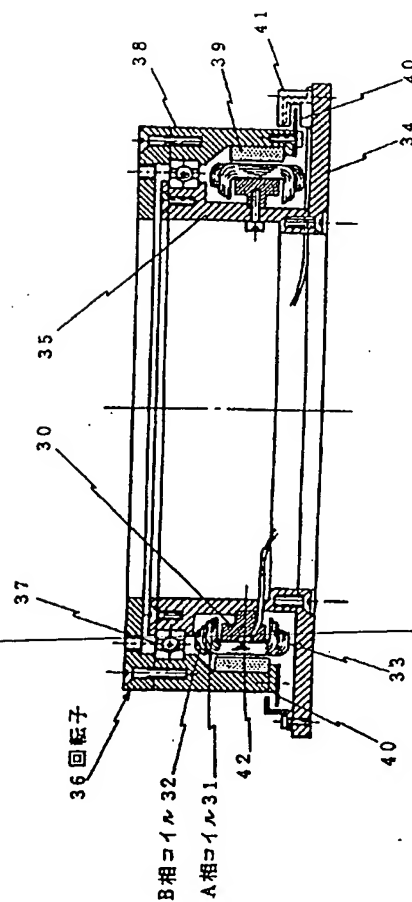
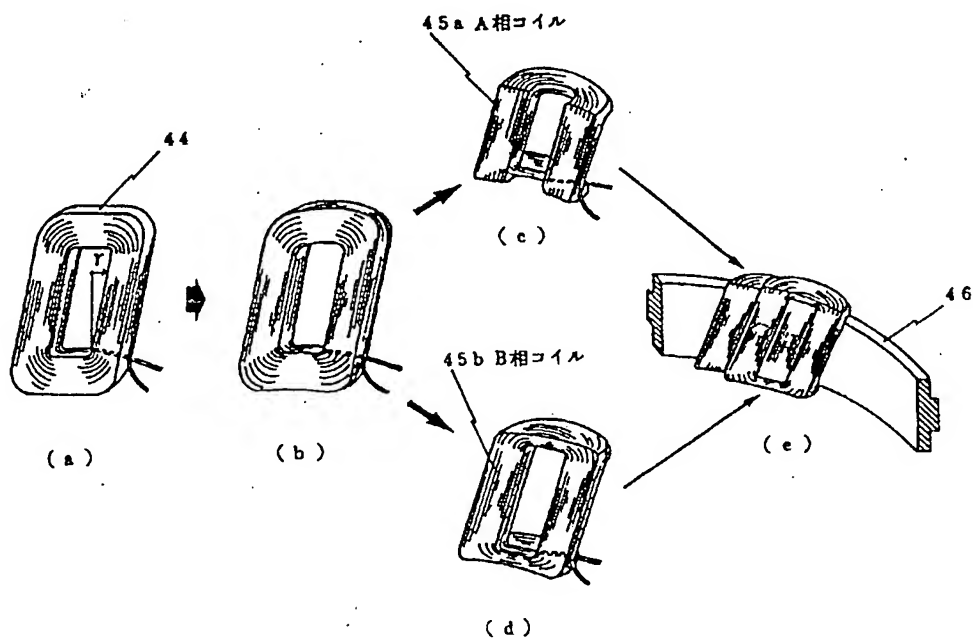
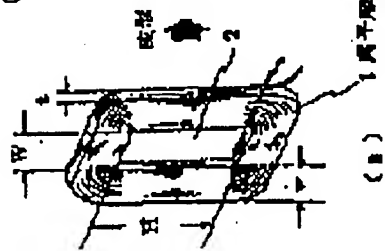


図 4

第 5 図

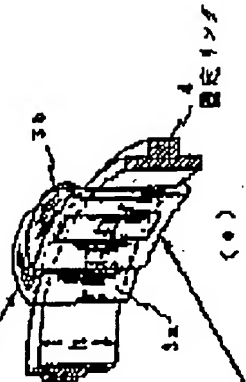
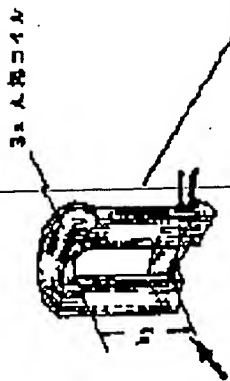
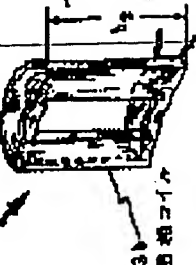




(両面成形)



(両面成形)



## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-58747

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>H 02 K 15/04  
3/04  
3/28

識別記号

C  
Z  
J

庁内整理番号

8325-5H  
7154-5H  
7154-5H※

⑬ 公開 平成4年(1992)2月25日

審査請求 未請求 請求項の数 9 (全8頁)

⑭ 発明の名称 コアレスアマチュアコイルの製造方法及び該コイルを用いたブラシ  
レス・コアレスモータ

⑯ 特 願 平2-168572

⑰ 出 願 平2(1990)6月28日

⑱ 発 明 者 中 谷 輝 臣 東京都町田市本町田2379 木曾住宅ホー 6-212  
 ⑱ 発 明 者 岡 本 修 東京都東大和市上北台2-880 上北台住宅5-301  
 ⑱ 発 明 者 鈴 木 誠 三 東京都三鷹市新川3-8-4  
 ⑲ 出 願 人 科学技術庁航空宇宙技 東京都調布市深大寺東町7丁目44番地1  
 術研究所長

⑲ 出 願 人 川崎重工業株式会社 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号  
 ⑲ 出 願 人 株式会社不二越 富山県富山市石金20番地  
 ⑳ 代 理 人 弁理士 佐藤 文男 外2名

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

コアレスアマチュアコイルの製造方法及び該  
コイルを用いたブラシレス・コアレスモータ

## 2. 特許請求の範囲

1) 中央部に空隙部を有する扁平なコアレス枠  
状コイルを形成し、該コアレス枠状コイルを彎曲  
させると共に上辺部及び下辺部を同方向に折曲し  
てコ字状に成形し、該コイルの平行する縦辺が磁  
性体からなるコイル固定リングの内周面又は外周  
面に面するように、該コイルをコイル固定リング  
に順次取り付けてコアレスアマチュアコイルを形  
成することを特徴とするコアレスアマチュアコイ  
ルの製造方法。

2) 前記コアレス枠状コイルは高さが僅かに相  
違するコ字状の2種類以上のコイルに成形され、  
一方のコイルの空隙部にそれぞれ他方のコイルの  
一縦辺部が位置するように、2種類以上のコイル  
を対として位相をずらして配置し、順次コイル固  
定リングに取り付けてなる請求項1記載のコアレ

スアマチュアコイルの製造方法。

3) 扁平でコアレス4辺形枠状の多相一対のコ  
イルをリング状フレームに多極配置固定したコア  
レスアマチュアコイルと、該コアレスアマチュア  
コイルの縦辺と対面して多極永久磁石を配置した  
リング状の固定子とで構成され、中央部に貫通空  
間を有するブラシレス・コアレスモータ。

4) 前記コアレスアマチュアコイルが、中央部  
に空隙部を有するコアレス4辺形枠状コイルの対  
向する上辺部と下辺部をほぼ直角に折曲してコ字  
状に成形され、該コイルの平行する縦辺が磁性体  
からなるコイル固定リングの内周面又は外周面に  
面してコイル固定リングに順次取り付けて構成さ  
れている請求項2記載のブラシレス・コアレスモ  
ータ。

5) 前記コアレスアマチュアコイルが、高さが  
僅かに相違するコ字状に成形した複数種類のコイ  
ルからなり、一方のコイルの空隙部に他方のコイ  
ルの一縦辺部が位置するように、複数種類のコイ  
ルを位相をずらして順次コイル固定リングに取り

付けてなる請求項3記載のブラシレス・コアレスモータ。

6) 前記コアレス4辺形枠状コイルが巻線コイルであるシートコイルである請求項3、4又は5記載のブラシレス・コアレスモータ。

7) 前記コアレス4辺形枠状コイルがシートコイルである請求項3、4又は5記載のブラシレス・コアレスモータ。

8) 前記回転子は、前記固定子のリング状フレームの内周面又は外周面にベアリングを介して回転自在に支持され、前記リング状フレームと前記回転子間に回転子の回転位置制御用のエンコーダが設けられていて、中央部の貫通空間に被制御部材(被駆動部材)が貫通設置できるようになっていることを特徴とする請求項3乃至6何れか記載のブラシレス・コアレスモータ。

9) 前記ブラシレス・コアレスモータがDCブラシレス・コアレスモータである請求項3乃至8何れか記載のブラシレスモータ。

### 3. 発明の詳細な説明

いる。従来この種の扇形コイルの効率を高めるために、扇形コイルの広拡側曲線部分を他の部分よりも厚くする等コイルの形状に改良を加したものも知られている(例えば、実開昭61-195739号公報)。

また、シートコイル型ブラシレス・コアレスモータの構造は、アキシアルフラックス型モータと基本的には同じで、巻線の代りにエッチング方式を採用している。

ラジアルエアギャップ形のブラシレスモータは、一般にアマチュアコイルがコアを有しているものが知られている。ラジアルエアギャップ形のブラシレスDCモータでは、スロット付きの場合は積層コアのスロット部にアマチュアコイルを納め、スロットレスの場合は樹脂で作られたボビン内部にリング状のコアを納めてボビン外周にコイルを接着などで固定してステータを構成し、該ステータを囲むようにしてカップ状のロータヨークに永久磁石を配置してロータを構成している。

(発明が解決しようとする問題点)

(産業上の利用分野)

本発明は、コアレスアマチュアコイルと多極永久磁石とで構成され、中央部に貫通空間を有するブラシレス・コアレスモータ及びそのコアレスアマチュアコイルの製造方法に関する。

(従来の技術)

従来、ブラシレス・コアレスモータとしては、アキシアルエアギャップ形のものが知られており、その構成等には種々のものがあるが、電機子コイルの形状から見れば扇形巻線コイル、平面渦巻シートコイル等に大別できる。従来の2相多極アキシアルフラックス形ブラシレス・コアレスモータの構造は、ベースプレート上に、軸受部の周囲に扇形巻線コイルの電機子コイルを設け、ドーナツ型のFGコイル、ホール素子をはさんで、永久磁石を取り付けたコマ型のロータを軸支し、シャフトにて回転出力を取り出している。そして、電機子コイルは2相又は3相のコイル(A相コイル、B相コイル、C相コイル)を位相ずらして重ねて一対とし、それを順次円周上に配置して構成して

従来の扇形型ブラシレス・コアレスモータの扇形コイルは、2相又は3相を対とし、回転軸上に重畳<sup>て</sup>電機子コイルを形成しているため、下側のA相コイルと上側のB相コイルとでは回転子側の永久磁石(ロータ)との間に、それぞれ距離差を生じ、A相、B相コイルの作用力を均等にするにはそれぞれ異なるパワー制御等が必要である。また、距離差による作用力は距離の約2乗に反比例するためコイルの厚みに制限が生じる。さらに、コイル及び永久磁石の形状が扇形であり、内側ほど極間(N-S)が短くなるため作用力が小さくなる欠点がある。

また、ラジアルエアギャップ方式では、アマチュアコイルの巻線が複雑であり、その巻線方法は自動化する事が困難であり、手作業に頼っているのが現状であり、そのため、製造効率が悪い等の問題点がある。

さらに、従来のブラシレスモータは、一般に回転軸心位置に回転軸を設けてあるので、回転軸心の中央部に大きな貫通空間を設けることができず、

その出力方式が制限され、その用途に制限を受け  
る等の問題点がある。

本発明は、上記従来のブラシレスモータの問題  
点を解決するために創案されたものであって、各  
相コイルの作用力が均等なコイルが得られてトル  
クリップルが小さく、制御が簡単、且つアマチュ  
アコイルの組立が簡単で、しかも中央部に大きな  
貫通空間を形成することができて、出力形態の多  
様化を図ることができるブラシレス・コアレスモ  
ータ、及び該モータのアマチュアコイルの製造方  
法を提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

上記問題点を解決するための本発明は、中央部  
に空隙部を有するコアレス枠状コイルを形成し、  
該コアレス枠状コイルを彎曲させると共に上辺部  
及び下辺部を同方向に折曲してコ字状に成形し、  
該コイルの平行する縦辺が磁性体からなるコイル  
固定リングの内周面又は外周面に面するように、  
該コイルをコイル固定リングに順次取り付けてコ  
アレスアマチュアコイルを製造する。その際、前

る。

また、前記コアレス矩形枠状コイルは、巻線ま  
たはシートコイル何れでも形成できる。

(作用)

枠状コイルの上辺部と下辺部は、磁束が平行な  
ために作用力は発生しないので、コイルをコ字型  
に成形して上辺部及び下辺部を固定リング上下空  
隙部分に取付けることによって、作用力を低下さ  
せることなく、アマチュアコイルの高さ方向を低  
くすることができる。そして、コイルは回転子側  
のみに位置するので薄くできる。アマチュアコ  
イルは、各相コイルが回転子の永久磁石に対して距  
離差が生じないので、各相コイルの作用力が均等  
なコイルが得られ、トルクリップルが小さく、制  
御が簡素化される。

そして、アマチュアコイルの各単位コイルは個  
々に独立して成形することができ、しかもコ字状  
の単純な形状であるので容易に自動成形ができる。  
且つ、固定リングへの取り付けも簡単であるので、  
アマチュアコイルの製造が簡素化されて自動化が

記コアレス枠状コイルを高さが僅かに相違するコ  
字状の2種類以上のコイルに成形し、一方のコ  
イルの空隙部にそれぞれ他方のコイルの一縦辺部が  
位置するように、2種類以上のコイルを交互に位  
相をずらして配置し、それを順次コイル固定リン  
グに取り付けることによって、各相のコイルが同  
一円周面に均一に密着して配置されたコアレスア  
マチュアコイルが得られる。

そして、本発明のブラシレス・コアレスモータ  
は、前記のようにして得られたコアレスアマチュ  
アコイルと、該コアレスアマチュアコイルの縦辺  
と対面して多極永久磁石を配置したリング状の回  
転子とで構成され、中央部に貫通空間を有する構  
成となっている。

前記回転子は、前記固定子のリング状フレーム  
の内周面又は外周面にベアリングを介して回転自  
在に支持され、前記リング状フレームと前記回転  
子間に回転子の回転位置制御用のエンコーダが設  
けられていて、中央部の貫通空間に被制御部材  
(被駆動部材)が貫通設置できるようになってい

容易で、従来のコアにコイル線を複雑に巻き付け  
てアマチュアコイルを製造するものに比べて大幅  
に工程が短縮できる。また、自動化できるのでコ  
イル形状にバラツキがなく、均一形状のアマチュ  
アコイルが得られる。

モータの中央部が貫通空間になっているので、  
該貫通空間に被制御部材を貫通設置できる。従っ  
て、出力軸端部にしか被制御部材を直接又は伝動  
部材を介して接続することができない従来のモー  
タと比べて、例えば第3図に示すように使用でき  
る等、その用途の範囲が拡大する。

(実施例)

以下、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に  
説明する。

第1図は、本発明に係るブラシレス・コアレス  
2相モータのコアレスアマチュアコイル成形及び  
組立手順を示している。

まず、図(a)に示すように中央部に高さH  
が後述する固定リングの高さhよりも僅かに大き  
く(コイル厚さtの約2倍程度)、幅Wが巻線幅

(縦辺幅)  $w$  とほぼ等しい矩形空隙部 2 を有する扁平矩形コイル 1 を、周知の手段で巻線して接着成形して得る。次いで、該コイル 1 を磁性体からなる固定リング 4 の内周面に沿うように湾曲成形する (b)。次いで該コイルを折曲内面高さ  $h_1$  が固定リングの高さ  $h$  とほぼ等しくなるように上下辺部を同方向に折曲してコ字状に成形して A 相コイル 3 a を得る (同図 (c)) と共に、折曲内面高さ  $h_2 = h + 2t = H$  になるようにコ字状に成形して B 相コイル 3 b を得る。このようにして成形された A 相コイル 3 a を、固定リング 4 の内周面にコイルの折曲した上下辺部で固定リングの上下縁部を抱持するようにして取り付け、次に B 相コイルを一侧の縦辺が A 相コイルの空隙部 2 に嵌まるようにして位相をずらして取り付ける。以下、同様にして A 相コイルと B 相コイルの組合せを単位として、順次固定リングに取り付けていく。それにより、A 相コイルと B 相コイルの縦辺部が同一円周面内に位置してリング状のコアレスアマチュアコイルが得られる。該アマチュアコイルは、

できる。

14 はロータの回転位置を検出し所定のアマチュアへの通電を行ない、位相の切り換えを行なうためのホール素子であり、固定リング内周面に取り付けられている。15 は回転位置制御を行なうための回転位置を検出するエンコーダで回転子 10 にパルス円盤 16 を取り付け、ベースプレートに検出素子 17 を取り付けてなる。

第 3 図は、以上のように構成されたされたブラシレス・コアレスモータの一使用例を示す。

この使用例は、上記のコアレス・ブラシレスモータを 3 個組み合わせる超精密位置決め装置を構成している。1 段目のモータ 20 の回転子の上端に固定された出力プレート 21 に、偏心させて 2 段目モータ 22 のベースプレートを固定し、同様に 2 段目モータ 22 の出力プレート 23 の偏心位置に 3 段目モータ 24 を固定してなる。このように構成された装置において、1 段目のモータ 20 のみを駆動すると、2 段目及び 3 段目のモータはモータ全体が 1 段目モータに対する偏心量を回転

A 相コイルと B 相コイルが回転子の永久磁石に対して距離差が生じないので、A 相、B 相コイルの作用力が均等なコアレスアマチュアコイル 5 が得られる。

このようにして得られたアマチュアコイルを採用した本実施例のブラシレス・コアレスモータを第 2 図に示す。

図中、6 がベースプレートであり、7 が円筒フレームである。該円筒フレームの内周面に前記実施例で得られたコアレスアマチュアコイル 5 の固定リング 4 をおなじ 8 等適宜の手段で取り付ける。10 は中空円筒状の回転子であり、前記コアレスアマチュアコイルの縦辺部と面する外周部に多極の永久磁石 11 が配置されている。12 は円筒フレームに円筒状のロータを回転自在に支持するための軸受である。13 は該円筒状ロータの上面に固定された出力軸プレートであり、回転子の回転を被駆動体 (若しくは被制御体) に伝達するものであり、本実施例ではリング状の円盤になっているが、被駆動体の形態に応じて適宜のものが採用

半径として 1 段目モータの軸心回りに回転する。同様に 2 段目モータのみを回転すると 3 段目モータが 2 段目モータに対する偏心量を回転半径として回転する。従って、2 段目モータが 1 段目モータに対して距離  $L_1$ 、だけ偏心した位置に取付られ、同様に 3 段目モータが 2 段目モータに対して距離  $L_2$ 、だけ偏心して取り付けられているとすれば、1 段目モータ及び 2 段目モータを独立して回転させることにより、3 段目モータの軸心を  $L_1 + L_2$ 、を半径とする円内を自由に移動させることができる。従って、3 段目モータの出力プレートに被位置決め体を取付けて、1 段目モータと 2 段目モータを駆動すれば、その回転の組合せのみで、被位置決め体を 2 次元面内を並進移動させることができて平面内の超精密な位置決めができる。そして、3 段目を回転することによって被位置決め体の回転方向の位置決めもできるので、3 つのモータの回転の組合せにより被位置決め体を 3 軸 ( $X-Y-\theta$ ) に位置決めできる超精密位置決め装置が得られる。

第4図は本発明のブラシレス・コアレスマータの他の実施例であり、ロータ外装型の実施例である。

該実施例では、コイル固定リング30の外周に第1図に示すように加工して得られたA相コイル31及びB相コイル32（但し、本実施例では各コイルは第1図の場合と彎曲方向が逆になっている）を取り付けてコアレスマチュアコイル33を構成し、該コイルをベースプレート34に固定した円筒体35の外周に固定して固定子を形成している。そして、回転子36は、前記円筒体35の上部にベアリング37を介して回転自在に取り付けられた円筒状のヨーク38の内周面に、前記コアレスマチュアコイル33に対面して多極の永久磁石39を取付けて構成されている。図中、40はパルス丹盤、41はパルス検出器であり、両者でエンコーダを構成する。また、42はホール素子である。以上の構成からなるモータは前記第2図に示すモータとロータが外装である点を除いてその作用効果は同様である。

第5図はアマチュアコイルの他の実施例であり、本実施例ではコイル縦辺が底辺に対して垂直より角度 $\gamma$ だけ傾斜するように形成された扁平な平行4辺形状コイル44を、前記実施例と同様に成形してA相コイル45a及びB相コイル45bを得る。そして、図示のように固定リング46に縦片が傾斜するようにして取付ける。このようにして、コアレスマチュアコイルに傾斜を持たせて、垂直に設けた回転子の永久磁石と組み合わせることによって、リップルをより小さくすることができる。

以上、本発明のコアレスマチュアコイルの製造方法及びブラシレス・コアレスマータの一実施例を示したが、本発明は上記実施例のように2相式の場合に限定されるものでなく、3相式以上のものにも適用でき、さらにその技術的思想の範囲で種々の設計変更が可能であることは言うまでもない。

#### (効果)

本発明は、以上のような構成からなり、従来技

術と比較して次のような格別な効果を奏する。

(1) コアレスマチュアコイルの各单位コイルは個々に独立して構成され、且つコ字状の単純な形状であるので容易に成形ができ、しかも固定リングへの取り付けも簡単であるので、アマチュアコイルの製造の自動化が容易であり、従来の製造方法に比べて大幅に工程が短縮できる。また、機械で自動巻き及び成形取り付けが可能であるので、均一形状のアマチュアコイルが得られる。

(2) コイルをコ字状に成形して、作用力の発生しないコイル上辺部と下辺部を固定リングに取付けるようにしたので、作用力を低下させずに高さ方向を低くすることができる。そして、コイルは回転子側のみに位置するので薄くできる。

(3) アマチュアコイルは、各相コイルが回転子の永久磁石に対して距離差が生じないので、各相コイルの作用力が均等なアマチュアコイルが得られトルクリップルが小さく、しかもコイルの形状にバラツキがないので、ロータとのエアギャップを小さくすることができ、従来のブラシレス・

コアレスマータに比べ高トルクが得られ、制御も簡単である。

(4) 回転子がリング状で中央部が貫通空間になっているので、該貫通空間に被制御部材を貫通設置できる。従って、出力軸端部にしか被制御部材を直接又は伝動部材を介して接続することができない従来のモータと比べて、その用途の範囲を拡大することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

図面は本発明の実施例を示すもので、第1図はコアレスマチュアコイルの製造工程図、第2図はブラシレス・コアレスマータの正面断面図、第3図はその使用例である3軸超精密位置決め装置の側面図、第4図はブラシレス・コアレスマータの他の実施例の正面断面図、第5図はコアレスマチュアコイルの他の実施例の製造工程図である。

1：扁平矩形コイル    2：空隙部    3a：A相コイル    3b：B相コイル    4、30：固定リング    5、33：コアレスマチュアコイル    6、34：ベースプレート

7: 円筒フレーム 10、36: 回転子  
 11、39: 永久磁石 12、37: ベアリング  
 14、42: ホール素子 15: エンコーダ  
 20、22、24: ブラシレス・コアレスモータ

特許出願人 科学技術庁航空宇宙技術研究所長

竹内和之

(他2名)

出願人代理人

弁理士 佐藤文男

(他2名)

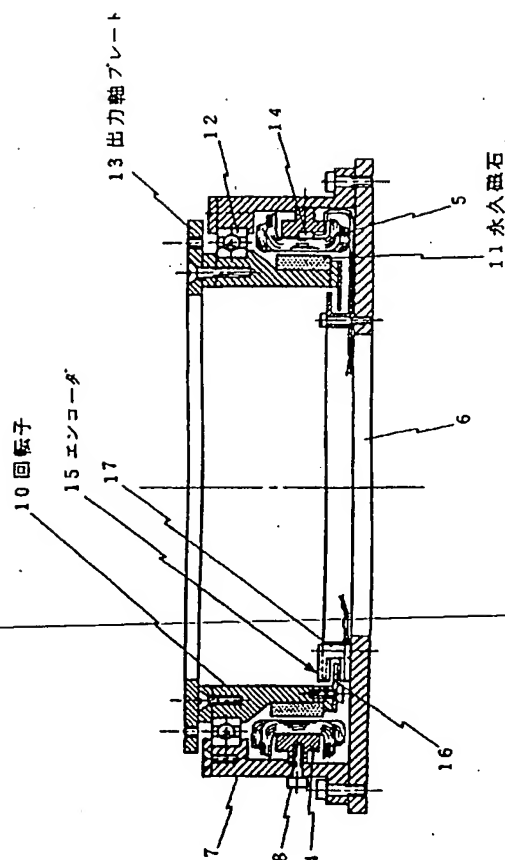
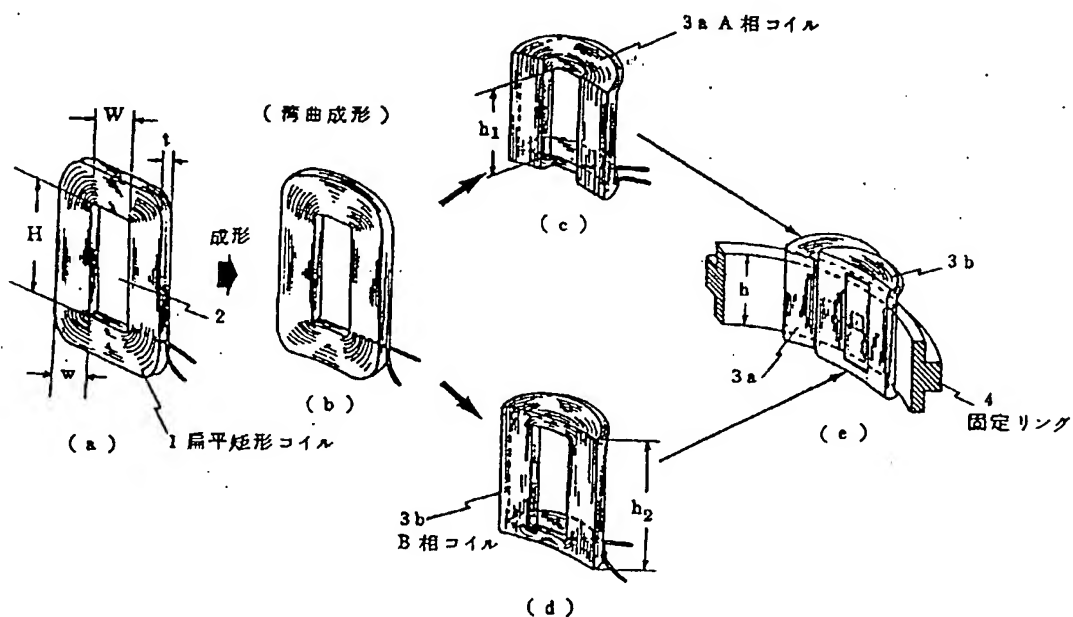
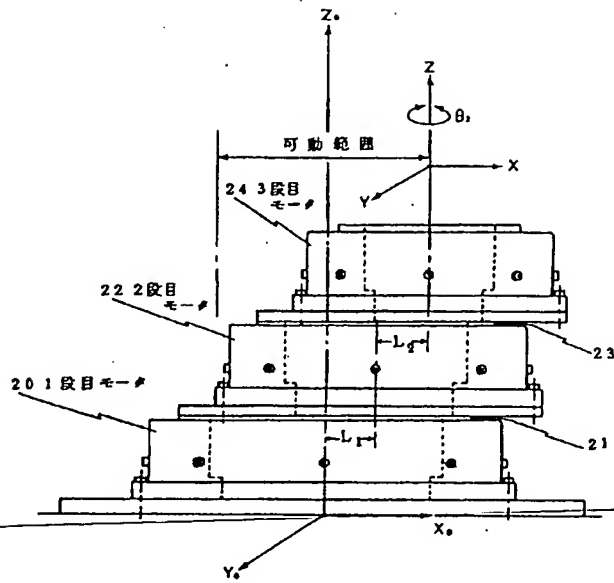


図 2

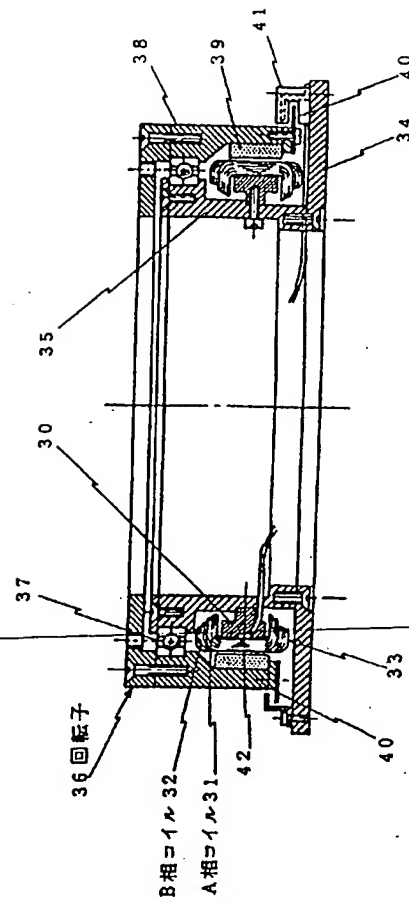
第 1 図





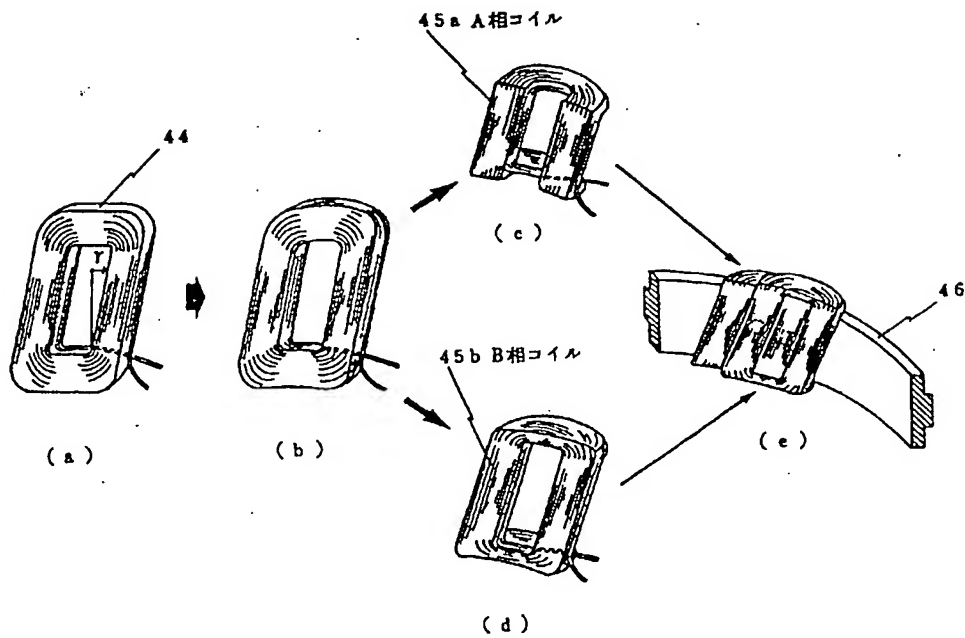


第 3 図



第 4 図

第 5 図



第1頁の続き

⑤Int. Cl.<sup>5</sup>

H 02 K 29/00

識別記号

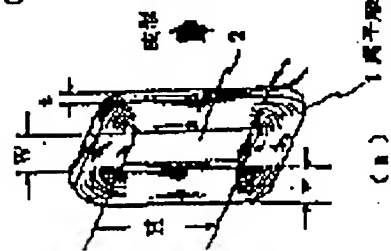
庁内整理番号

Z

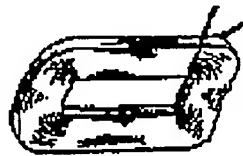
9180-5H

②発明者	桑野	尚明	東京都調布市深大寺東町7-3-3 北台宿舍1-1
②発明者	竹下	保弘	岐阜県各務原市川崎町1番地 川崎重工業株式会社岐阜工場内
②発明者	谷口	泰明	岐阜県各務原市川崎町1番地 川崎重工業株式会社岐阜工場内
②発明者	伊庭	剛二	富山県富山市石金20番地 株式会社不二越内
②発明者	原	外満	富山県富山市石金20番地 株式会社不二越内
②発明者	浜田	真	富山県富山市石金20番地 株式会社不二越内

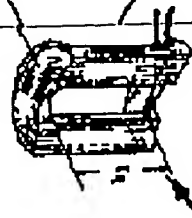
---



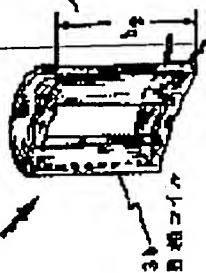
(a) 固定部



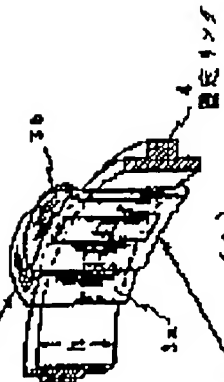
(b)



(c)



(d)



(e)

固定部